ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-253-261
УДК 66.7:613.22

Обзорная статья
http://fptt.ru/

Перспективы применения амаранта в диетотерапии детей с непереносимость глютена

С. А. Урубков*, С. С. Хованская, С. О. Смирнов

*ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН,
142718, Россия, Московская область, Ленинский район,
пос. Измайлово, 22*

Дата поступления в редакцию: 27.03.2019
Дата принятия в печать: 21.06.2019

**e-mail: glen.vniiz@gmail.com*

© С. А. Урубков, С. С. Хованская, С. О. Смирнов, 2019

Аннотация. Основным способом лечения больных с непереносимостью глютена является диетотерапия. На фоне соблюдения безглютеновой диеты у детей наблюдается дефицит многих важных компонентов пищи. Недостаток потребления нутриентов, а также нарушения их всасывания напрямую воздействует на степень физического развития ребёнка. Решением этой задачи является расширение ассортимента специализированных безглютеновых зерновых смесей с использованием амаранта. Результаты мировых исследований относят амарант к безглютеновым злакам, так как его белки продемонстрировали полное отсутствие проявления токсичности у больных целиакией. В данной статье мы обобщили информацию о содержании в зерне амаранта основных нутриентов, минеральных и биологически активных веществ, в том числе важнейшего регулятора липидного и стероидного обмена – сквалена. Амарант отличается высоким содержанием полноценного белка, полиненасыщенных жирных кислот, биологически активных и минеральных веществ, что в совокупности позволяет восполнить недостаток потребления этих веществ, а при регулярном потреблении снизить частоту и степень выраженности их дефицитных состояний. Кроме того, рассмотрена информация о структуре и некоторых технологических свойствах зерна амаранта. Это определило возможные перспективы и направление дальнейших исследований по разработке рецептурных композиций безглютеновых зерновых смесей с использованием амаранта и овощных компонентов для детского питания. Расширение линейки специализированных безглютеновых продуктов с использованием амаранта для детей с целиакией позволит оптимизировать подходы к организации питания больных с непереносимостью глютена, повысить комплаентность лечения, улучшить качество жизни ребёнка и его семьи.

Ключевые слова. Амарант, продукты детского питания, сбалансированная диета, целиакия, безглютеновая продукция, продукты на зерновой основе

Для цитирования: Урубков, С. А. Перспективы применения амаранта в диетотерапии детей с непереносимость глютена / С. А. Урубков, С. С. Хованская, С. О. Смирнов // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 253–261. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-253-261.

Review article

Available online at http://fptt.ru/eng

Amaranth in Diet Therapy of Children with Gluten Intolerance

S.A. Urubkov*, S.S. Khovanskaya, S.O. Smirnov

*V.M. Gorbatov Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences
22, Izmailovo settlement, Leninsky district,
Moscow region, 142718, Russia*

Received: March 27, 2019
Accepted: June 21, 2019

**e-mail: glen.vniiz@gmail.com*

© S.A. Urubkov, S.S. Khovanskaya, S.O. Smirnov, 2019

Abstract. For patients with gluten intolerance, diet therapy remains the main method of treatment. Global epidemiological studies have dispelled the myth of celiac disease as a disease primarily of young children. Gluten intolerance can develop at any age. However, European scientists state that the amount of diseased children under 12 has increased dramatically. Gluten-free diets are found lacking in many important components. Children that fail to consume necessary nutrients or have problems with their absorption tend to be physically retarded. An increase in the amount of sugar and hydrogenated fats was observed in the diet of patients with celiac disease, which increases the risk of obesity and hyperinsulinemia. This problem can be solved by expanding the range of specialized gluten-free grain mixtures with amaranth. According to world studies, amaranth is a gluten-free grain as its proteins have demonstrated a complete absence of toxicity in patients with celiac disease.The present paper features the content of the main nutrients, minerals, and biologically active substances in amaranth grain, including squalene as the most important regulator of lipid and steroid metabolism. Its content in amaranth oil is about 7–8%. Amaranth is characterized by a high content of high-grade protein (an average of 17.5%), polyunsaturated fatty acids, and biologically active and mineral substances. The digestibility of

amaranth grain protein exceeds 73%. The fatty acid composition showed 38–48% of linoleic acid, 25–35% of oleic acid, 19–21% of palmitic acid, and 4–5% of stearic acids, which is about 95% of all fatty acids. Thus, amaranth can compensate for the lack of these substances in diet. Regular consumption of amaranth can reduce the frequency and severity of various deficiencies. In addition, the paper contains information on the structure and some technological properties of amaranth grain. The authors determine the possible prospects of further research in the development of gluten-free amaranth and vegetable mixtures for children. A wider range of gluten-free amaranth products will improve diets for children with celiac disease, increase the treatment compliance, and improve the quality of life of the child and family.

Keywords. Amaranth, baby food, balanced diet, celiac disease, gluten-free products, grain-based products

For citation: Urubkov SA, Khovanskaya SS, Smirnov SO. Amaranth in Diet Therapy of Children with Gluten Intolerance. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(2):253–261. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-253-261.

Введение

В структуре заболеваний детей болезни органов пищеварения занимают существенное место как по распространенности, так и по тяжести клинических проявлений.

Непереносимость глютена – это заболевание, возникающее в ответ на употребление глютена или соответствующих проламинов и характеризующееся развитием атрофической энтеропатии, появлением в сыворотке крови специфических антител и широким спектром глютензависимых клинических проявлений. При этом диагноз «целиакия» может отсутствовать. Код Международной классификации болезней 10 пересмотра: K90.0 – целиакия [1].

Глютен представляет собой компонент клейковины злаков, состоящий из глютенинов – белков эндосперма, растворяющихся только в слабых кислотах или щелочах, и проламинов – белков растворимых в 60–80 % растворе этанола. В различных злаковых культурах проламины имеют свое название: в пшенице – глиадин, во ржи – секалин, в ячмене – гордеин, в овсе – авенин [2].

Непереносимость глютена встречается примерно у 1 % населения во всем мире, хотя большинство людей ассоциированные с этим заболевания не диагностированы [1, 3, 4]. Исследования показывают, что распространенность пищевой непереносимости глютена за последние 50 лет увеличилась в 4–5 раз [5]. Также наблюдается отчетливая тенденция к нарастанию частоты гастроэнтерологической патологии в детском возрасте [3].

Диетотерапия является основным способом лечения пищевой непереносимости глютена. Эффективность лечения напрямую зависит от приверженности к безглютеновой диете, которая нередко нарушается из-за ограниченного ассортимента рекомендуемых продуктов и блюд. Поэтому расширение линейки специализированных безглютеновых продуктов, в том числе за счет использования новых видов сырья, не содержащего глютен, относится к актуальным научно-практическим задачам. Решение этих задач позволит оптимизировать подходы к организации питания больных с непереносимостью глютена, повысить комплаентность лечения, улучшить качество жизни пациента и его семьи.

У детей на фоне соблюдения безглютеновой диеты наблюдается дефицит макро- и микронутриентов, поступающих в организм с продуктами на зерновой основе: калия, селена, магния, а также витаминов группы В. Так же снижается поступление клетчатки, отмечается высокое потребление жиров, возрастает количество углеводов и гидрогенизированных жиров, что увеличивает риск ожирения и возникновения гиперинсулинемии. Недостаток потребления нутриентов, а также нарушения их всасывания напрямую воздействует на степень физического развития ребёнка [6–14]. Потребление специализированных продуктов позволяет снизить частоту и степень выраженности дефицитных состояний [7, 10, 13].

В настоящее время в мировой практике существует широкий выбор не содержащих глютен продуктов (gluten free products), в которых в качестве базовых ингредиентов используются безглютеновые злаки, такие как рис, гречиха, кукуруза, просо и амарант [1, 15–18]. Некоторые клинические исследования показывают, что пациенты с целиакией употребляют продукты с содержанием овса без последующих проявлений признаков воспаления кишечника [19]. Однако нет однозначного решения по включению этого злака в ряд безглютеновых. При этом в России продукты с содержанием овса полностью исключены из диеты пациентов с непереносимостью глютена.

Вызывает интерес зарубежный опыт использования амаранта в безглютеновых продуктах для детского питания. Важно отметить, что белок амаранта продемонстрировал отсутствие проявления токсичности у больных целиакией [20].

Амарант интересен высоким содержанием белка 12–23 %. Это значительно выше, чем у большинства других зерновых. Белок амаранта богат незаменимыми аминокислотами: лизином, изолейцином, метионином, треонином, триптофаном, лейцином, содержание которых в несколько раза превышает их количество в пшенице, рисе, овсе и кукурузе. Это делает белок амаранта более полноценным, повышая его аминокислотный скор до 75. Амарант богат полиненасыщенными жирными кислотами, в том числе Омега-6. По сравнению с другими злаковыми культурами в зерне амаранта содержится биотин (54,6 мкг/100г), рибофлавин (2,69 мг/100г), фолацин (82,0 мкг/100г), а также токотриенолы и сквален. Для амаранта, как и для других злаковых культур, характерно высокое содержание таких минеральных веществ, как калий, магний, селен и железо [21–23].

Продукты из зерна амаранта могут внести свой вклад в улучшение качества питания детей с непере-

носимостью глютена, благодаря своим уникальным питательным и функциональным свойствам.

Объекты и методы исследования

В данном обзоре рассматривались зерновые виды амаранта как то: *A. hypochondriacus* L., *A. cruentus* L. и *A. caudatus* L. Данные виды амаранта были выбраны для рассмотрения, так как объектом для исследований является непосредственно зерновка, а не зелёная масса растения. Кроме того, сорта данных видов возможно приобрести на территории Российской Федерации.

Результаты и их обсуждение

В России нет опыта длительного регулярного использования продуктов из амаранта в диетотерапии детей больных целиакией. Однако исследования, проводимые под эгидой ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Бурденко» Минздрава России по применению продуктов из амаранта в диетотерапии детей с целиакией и непереносимостью глютена, показали положительные результаты. Больные переносили диету без каких-либо аллергических и диспепсических реакций, наблюдалось улучшение показателей нутритивого статуса пациентов, а также снижение психоэмоционального напряжения благодаря внесению в рацион дополнительного ассортимента продуктов [7].

Последние несколько десятков лет акцент исследований Российских учёных был направлен на выведение сортов с заданными свойствами, изучение механизмов продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам, борьбу с вредителями, болезнями и сорняками. Установлены перспективы применения анатомических частей амаранта для получения различных продуктов общего, функционального и лечебно-профилактического назначения. Были разработаны технологии переработки зерна амаранта и использование их в хлебопекарном производстве [24–27].

Возрастающую серьезность проблемы непереносимости глютена подтверждает увеличение работ, посвящённых расширению ассортимента продукции для больных целиакией. Несколько работ, Российских исследователей направлены на создание безглютеновой продукции – разработаны рецептуры полуфабрикатов безглютеновых кексов и оладий с амарантовой мукой [28, 29]. Опираясь на данный опыт, необходимо разработать отсутствующий ассортимент и технологии специализированных безглютеновых кондитерских изделий и смесей для их приготовления, а также каш, супов и других пищевых концентратов с использованием амарантовой муки для питания детей. При этом необходимо учитывать требования к химическому составу продуктов для детского питания, а также показателям их безопасности с учетом метаболических и физиологических процессов соответствующего возрастного периода. До сих пор нет отечественных разработок продукции, в том числе для детей, на основе «взорванного» зерна, аналогичного поп-корну из зерна кукурузы, что также является перспективным направлением для исследований.

Одна из общих задач проводимых исследований состоит в изучении структуры и питательной ценности зерна амаранта, состава и свойств основных нутриентов, а также в изучении технологических свойств зерна и продуктов его переработки. Это позволит разработать инновационные технологии и ассортимент специализированных безглютеновых зерновых смесей из зерна амаранта для питания детей с непереносимостью глютена.

Известно, что зольность напрямую связана с содержанием минеральных веществ. L. Alonso-Miravalles и J. O'Mahony провели исследования по изучению массовой доли золы в цельнозерновой амарантовой муке, а также муке, обогащённой белком из зерна амаранта. Увеличение содержания белка в муке (обогащение) достигалось измельчением и разделением муки на фракции с выделением белковой части и извлечением оболочек. Данные исследования показали, что доля золы в обогащённой амарантовой муке была выше (6,9 %), чем зольность цельнозерновой муки (2,4 %) [30]. Это указывает на то, что в зерне амаранта минеральные вещества также сосредоточены в зародышевой части (рис. 1), что делает их доступными при переработке.

Содержание пищевых волокон в зерне амаранта соответствует значению 11,3 % [30, 31]. Другие авторы сообщают о несколько более высоких значениях содержания клетчатки в зерне амаранта – в диапазоне от 14 % до 16 % [32].

Содержание белка в зерне амаранта варьируется от 13,1 % до 17,4 %, что выше его содержания в других злаковых культурах. Этот факт подтверждают многочисленные мировые исследования [21, 23, 26, 27, 33]. Современные данные сообщают о преимуществах амаранта, с позиции усвояемости белка, сходного по усвояемости с казеином молочного белка и более высоким уровнем лизина по сравнению с другими зерновыми [34].

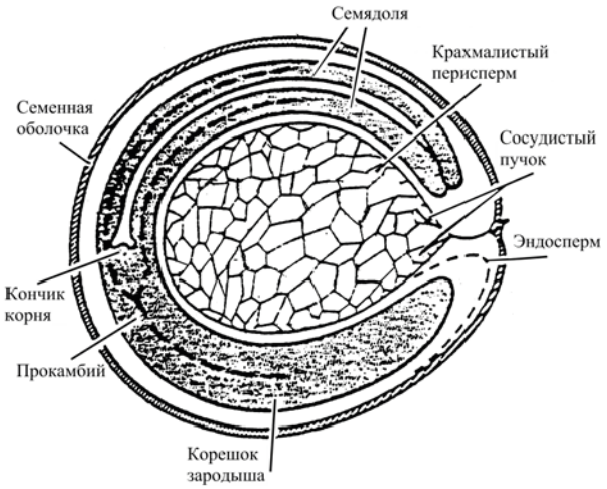


Рисунок 1. Анатомическое строение зерна амаранта

Figure 1. Anatomical structure of amaranth grain

Таблица 1. Усвояемость белка (%) из нативного, обжаренного и взорванного зерна амаранта

Table 1. Digestibility (%) of protein from whole, roasted, and puffed amaranth grains

Сорт амаранта	Способ обработки	Усвояемость белка, %
A. cruentus L.	Без обработки	73,85 ± 2,11
	Обжарка в печи при температуре 200 °C, t = 8 мин	63,34 ± 1,23
	Взорванный; нагрев на газу t = 1–2 мин	52,81 ± 1,34

В исследованиях A. D. Correa и др. сообщается о высокой усвояемости белков необработанного зерна амаранта in vitro 61–76 % [35].

В работе J. H. Muyonga и B. Andabati показано, что термическая обработка приводит к снижению усвояемости белка (табл. 1) [36].

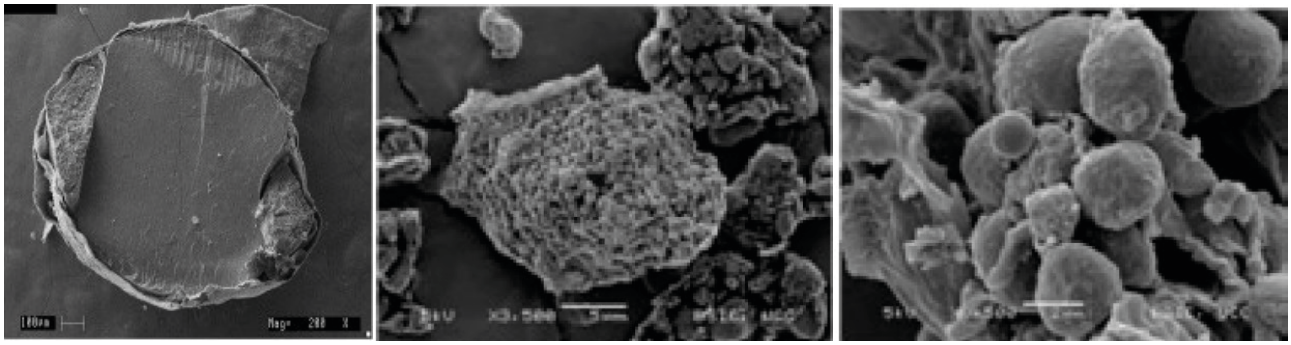
Данные таблицы согласуется с работой B. Písaŕíkova и др., в которой говорится о снижении перевариваемости белка in vitro с 68,1 % до 50,6 % в результате получения взорванного зерна [37]. Снижение усвояемости белка в результате тепловой обработки зерна амаранта может быть объяснено денатурацией белков, образованием соединений между белками и другими компонентами зерна, образованием внутримолекулярных дисульфидных связей и реакцией Майяра [38–40].

Более низкая усвояемость взорванных зёрен, по сравнению с обжаренными, указывает на более выраженные изменения белка. Скорее всего, это связано с температурой, которая была выше при «взрывании» зерна, чем при его обжарке. Все исследования подтвердили, что белки зерна амаранта обладают большей усвояемостью, чем зерно традиционно применяемых злаковых культур. Тепловое воздействие также оказывает влияние на антиоксидантную активность. Взрывание зёрен оказывает большее негативное влияние на перевариваемость белка, в то время как обжарка значительно снижает антиоксидантную активность [36].

Многочисленные зарубежные и отечественные исследования указывают на преобладание глобулинов и альбуминов в зерне амаранта (46–49 %). Это является значимым параметром с технологической точки зрения, т. к. данные фракции белка хорошо растворимы в воде и разбавленных солевых растворах, что может быть преимуществом при разработке пищевых концнтратов [21, 23, 26, 27, 31, 41].

Крахмал – главный компонент зерна амаранта. Углеводная часть зерна амаранта содержит от 48 до 69 % крахмала, около 1 % сахарозы, а также очень малые количества фруктозы, глюкозы, раффинозы, стахиозы и мальтозы. На рисунке 2 представлены снимки зерна амаранта и продуктов его переработки, полученные с помощью сканирующей электронной микроскопии. На снимке чётко видны крахмалистый перисперм и зародышевая часть, окружённые оболочкой. Крахмальные гранулы амаранта имеют округлую форму и приблизительный диаметр 2,5–3 мкм. Амарант является одним из немногих источников мелкозернистого крахмала, имеющего стабильный размер гранул [42]. Как и у других зерновых культур гранулы крахмала встроены в матрицу образованную белком, клетчаткой и липидами. Небольшой размер гранул крахмала имеет ряд преимуществ, меняя скорость стабилизации эмульсий, а также меняя их свойства.

При разработке специализированных пищевых продуктов большое влияние имеет значение такой параметр, как вязкость. Вязкость смесей может меняться в зависимости от характеристик и структуры крахмала, а именно от степени повреждения гранул, соотношения амилозы и амилопектина и их структуры. Сообщалось, что содержание амилозы в крахмале амаранта не более 8 %, что намного ниже, чем в традиционных зерновых культурах [43]. Из этого следует, что в продукции из амаранта ожидается более низкая конечная вязкость, чем, например, в продукции из риса, гречихи или кукурузы. Размер гранул крахмала также влияет на температуру образования коллоидных растворов, поэтому более мелкие гранулы амаранта предполагают более низкую температуру клейстеризации.



(1) (2) (3)

Рисунок 2. Снимки электронного микроскопа [31, 35]: 1 – поперечного среза зерна амаранта; 2, 3 – цельнозерновой муки из зерна амаранта. Увеличение: 1×200; 2×3500; 3×8500. Масштабные линейки: 1 – 100 мкм; 2 – 5 мкм; 3 – 2 мкм

Figure 2. Electron microscope images [31, 35]: 1 – cross-section of amaranth grain; 2, 3 – wholegrain flour from amaranth grain. Magnification: 1×200; 2×3,500; 3× 8,500. Scale bars: 1 – 100 microns; 2 – 5 microns; 3 – 2 microns

Таблица 2. Содержание основных компонентов в зерне амаранта, %

Table 2. Content of the main components in amaranth grain, %

Продукт	Влажность, %	Белки, %	Жиры, %	Углеводы, %	Пищевые волокна, %	Зольность, %
Зерно амаранта	12,0	17,6	7,4	51,7	8,3	2,6

Тепловая обработка крахмала амаранта приводит к его клейстеризации и, следовательно, к изменению вязкости продукта. Результаты показывают, что обжаривание было бы предпочтительным при производстве муки, используемой в качестве загустителя или для низкокалорийной каши. С другой стороны, взорванные зёрна лучше использовать при производстве муки для каш с высоким содержанием питательных веществ [36].

Выводы

Приводя обобщённые данные по содержанию основных нутриетнов в нативном зерне амаранта (табл. 2) можно отметить, что амарант как и все злаковые культуры относится к группе крахмалистого сырья, т. к. усвояемые углеводы в основном представлены крахмалом. Относительно других традиционных зерновых культур амарант характеризуется невысоким содержанием пищевых волокон, но по содержанию белка значительно превосходит их. Более того, белок, выделенный из зерна амаранта, близок к идеальному белку ФАО/ВОЗ (1973). По содержанию треонина, фенилаланина, тирозина и триптофана он приравнивается к белку молока [44].

В зерне амаранта отмечается высокий уровень содержания липидов. Анализ жирнокислотного состава липидов показал содержание линолевой (38–48 %), олеиновой (25–35 %), пальмитиновой (19–21 %) и стеариновой (4–5 %) кислот, что составляет около 95 % содержания всех жирных кислот. При этом содержание ненасыщенных жирных кислот составляет 74 % от суммы жирных кислот [10]. В число важнейших компонентов амарантового масла входят токоферолы (Витамин Е) в виде наиболее биологически активной триенольной формы. По данным ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» общее содержание токоферолов в амарантовом масле может достигать 2 %, что является рекордным уровнем для всех известных растительных масел. Кроме того, масло амаранта содержит сквален, который относится к важнейшим биологически активным соединениям и выполняет в организме роль регулятора липидного и стероидного обмена, являясь предшественником целого ряда стероидных гормонов, холестерина и витамина D. Многочисленные результаты исследований подтверждают, что средняя концентрация сквалена в масле амаранта составляет около 7–8 % (мас./Мас.) по сравнению со средним значением 1 % в оливковом масле [45].

Крайне необходимо расширять и углублять работы по распространению продуктов из амаранта в питании населения страны, а также вести разработку специализированной продукции на его основе, т. к. производимая продукция может стать источником полноценного белка и других биологически ценных соединений [46, 47].

В связи с этим разработка пищевых продуктов с амарантом рассматривается как новое перспективное направление в диетотерапии детей с непереносимостью глютена. Дальнейшие исследования будут посвящены разработке рецептурных композиций безглютеновых зерновых смесей с использованием амаранта и овощных компонентов для питания детей.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Всероссийский консенсус по диагностике и лечению целиакии у детей и взрослых / А. И. Парфенов, И. В. Маев, А. А. Баранов [и др.] // Альманах клинической медицины. – 2016. – Т. 44, № 6. – С. 661–668.

2. Козьмина, Н. П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н. П. Козьмина. – М. : Колос, 1976. – 374 с.

3. Бельмера, С. В. Детям с целиакией. Гастроэнтерология детского возраста / С. В. Бельмера, А. И. Хавкина. – М. : ИД Медпрактика-М, 2003. – 360 с.

4. The prevalence of celiac disease in the United States / A. Rubio-Tapia, J. F. Ludvigsson, T. L. Brantner [et al.] // American Journal of Gastroenterology. – 2012. – Vol. 107, № 10. – P. 1538–1544. DOI: https://doi.org/10.1038/ajg.2012.219.

5. Increased prevalence and mortality in undiagnosed celiac d isease / A. Rubio-Tapia, R. A. Kyle, E. L. Kaplan [et al.] // Gastroenterology. – 2009. – Vol. 137, № 1. – P. 88–93. DOI: https://doi.org/10.1053/j.gastro.2009.03.059.

6. Тутельяна, В. Я. Питание здорового и больного ребенка: Пособие для врачей / В. Я. Тутельяна, И. Я. Коня, Б. С. Каганова. – М. : Династия, 2010. – 316 с.

7. Эффективность продуктов из амаранта в безглютеновом питании детей с непереносимостью глютена И. А. Бавыкина, А. А. Звягин, Л. А. Мирошниченко [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 2. – С. 91–99. DOI: https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00038.

8. Evidence of high sugar intake, and low fibre and mineral intake, in the gluten-free diet / D. Wild, G. G. Robins, V. J. Burley [et al.] // Alimentary Pharmacology and Therapeutics. – 2010. – Vol. 32, № 4. – P. 573–581. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2036.2010.04386.x.

9. Patients with celiac disease reported higher consumption of added sugar and total fat than healthy individuals / N. Babio, M. Alcázar, G. Castillejo [et al.] // Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. – 2017. – Vol. 64, № 1. – P. 63–69. DOI: https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001251.

10. Dietary shortcomings in children on a gluten-free diet / K. Öhlund, C. Olsson, O. Hernell [et al.] // Journal of Human Nutrition and Dietetics. – 2010. – Vol. 23, № 3. – P. 294–300. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2010.01060.x.

11. High fat consumption in children with celiac disease / P. Ferrara, M. Cicala, E. Tiberi [et al.] // Acta Gastro-Enterologica Belgica. – 2009. – Vol. 72, № 3. – P. 296–300.

12. Shepherd, S. J. Nutritional inadequacies of the gluten-free diet in both recently-diagnosed and long-term patients with coeliac disease / S. J. Shepherd, P. R. Gibson // Journal of Human Nutrition and Dietetics. – 2013. – Vol. 26, № 4. – P. 349–358. DOI: https://doi.org/10.1111/jhn.12018.

13. Evidence of poor vitamin status in coeliac patients on a gluten-free diet for 10 years / C. Hallert, C. Grant, S. Grehn [et al.] // Alimentary Pharmacology and Therapeutics. – 2002. – Vol. 16, № 7. – P. 1333–1339. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1365-2036.2002.01283.x.

14. Gluten-free diet survey: Are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods? / T. Thompson, M. Dennis, L. A. Higgins [et al.] // Journal of Human Nutrition and Dietetics. – 2005. – Vol. 18, № 3. – P. 163–169. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2005.00607.x.

15. Бельмер, С. В. Эпидемиология целиакии: факты и выводы / С. В. Бельмер // Лечащий врач. – 2013. – № 1. – С. 16–19.

16. The Spectrum of Differences between Childhood and Adulthood Celiac Disease / R. Ciccocioppo, P. Kruzliak, G. C. Cangemi [et al.] // Nutrients. – 2015. – Vol. 7, № 10. – P. 8733–8751. DOI: https://doi.org/10.3390/nu7105426.

17. Журавская, Н. В. Целиакия у детей / Н. В. Журавская, А. И. Петрова, Н. В. Туркина // Медецинская сестра. – 2005. – № 5. – С. 4–7.

18. A UK study assessing the population prevalence of self-reported gluten sensitivity and referral characteristics to secondary care / I. Aziz, N. R. Lewis, M. Hadjivassiliou [et al.] // European Journal of Gastroenterology and Hepatology. – 2014. – Vol. 26, № 1. – P. 33–39. DOI: https://doi.org/10.1097/01.meg.0000435546.87251.f7.

19. Introduction of oats in the diet of individuals with coeliac disease: A systematic review / O. Pulido, Z. Gillespie, M. Zarkadas [et al.] // Advances in Food and Nutrition Research. – 2009. – Vol. 57. – P. 235–285. DOI: https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)57006-4.

20. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease / P. Bergamo, F. Maurano, G. Mazzarella [et al.] // Molecular Nutrition and Food Research. – 2011. – Vol. 55, № 8. – P. 1266–1270. DOI: https://doi.org/10.1002/mnfr.201100132.

21. Высочина, Г. И. Амарант (*Amaranthus* L.): химический состав и перспективы использования (обзор) / Г. И. Высочина // Химия растительного сырья. – 2013. – № 2. – С. 5–14. DOI: https://doi.org/10.14258/jcprm.1302005.

22. Кононков, П. Ф. Амарант – перспективная культура XXI века / П. Ф. Кононков, В. К. Гинс, М. С. Гинс. – М. : Российский университет дружбы народов, 1999. – 296 с.

23. Joshi, B. D. Grain amaranthus: The future food crop / B. D. Joshi, R. S. Rana. – 1999. – P. 152.

24. Парада Дорота. Применение амаранта и продуктов его переработки в технологии хлебопекарного производства: дис. … канд. техн. наук: 05.18.01 / Дорота Парада. – М., 1991. – 203 с.

25. Писковец, В. В. Разработка технологии мучных кондитерских изделий с применением амарантовой муки: дис. ... канд. техн. наук. – М., 1994. – 193 с.

26. Использование амарантовой муки в составе комплексных хлебопекарных улучшителей / Н. А. Шмалько, Н. В. Киселева, Ю. Ф. Росляков [и др.] // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания / Юж.-Урал. Гос. ун-т. – Челябинск, 2010. – Т. 1. – С. 150–152. Шифр 10-6651 // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2012. – № 1. – С. 68.

27. Пучкова, Л. И. Оценка качества и хлебопекарных свойств муки из семян амаранта разного вида / Л. И. Пучкова, Е. М. Мельников, С. П. Токарева. – М. : МГАПП, 1993. – 9 с.

28. Егорова, Е. Ю. Разработка пищевого концентрата – полуфабриката безглютеновых кексов с амарантовой мукой / Е. Ю. Егорова, И. Ю. Резниченко // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 2. – С. 36–45. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-36-45.

29. Резниченко, И. Ю. Обоснование применения амарантовой и кунжутной муки для разработки мучных изделий специализированного назначения / И. Ю. Резниченко, Е. Ю. Егорова // Научные труды Северо-кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2018. – Т. 20. – С. 164–171. DOI: https://doi.org/10.30679/2587-9847-2018-20-164-171.

30. Alonso-Miravalles, L. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients / L. Alonso-Miravalles, J. A. O'Mahony // Foods. – 2018. – Vol. 7, № 5. DOI: https://doi.org/10.3390/foods7050073.

31. Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays* L.) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements / A. C. Nascimento, C. Mota, I. Coelho [et al.] // Food Chemistry. – 2014. – Vol. 148. – P. 420–426. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.155.

32. Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*) // R. Repo-Carrasco, J. Pena, H. Kallio [et al.] // Journal of Cereal Science. – 2009. – Vol. 49, № 2. – P. 219–224. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.10.003.

33. Protein content and amino acids profile of pseudocereals / C. Mota, M. Santos, R. Mauro [et al.] // Food Chemistry. – 2016. – Vol. 193. – P. 55–61. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.043.

34. Navruz-Varli, S. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) / S. Navruz-Varli, N. Sanlier // Journal of Cereal Science. – 2016. – Vol. 69. – P. 371–376. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.004.

35. Correa, A. D. Chemical constituents, in vitro protein digestibility, and presence of antinutritional substances in amaranth grains / A. D. Correa, L. Jokl, R. Carlsson // Archivos Latinoamericanos de Nutricion. – 1986. – Vol. 36, № 2. – P. 319–326.

36. Muyonga, J. H. Effect of heat processing on selected grain amaranth physicochemical properties / J. H. Muyonga, B. Andabati, G. Ssepuuya // Food Science & Nutrition. – 2013. – Vol. 2, № 1. – P. 9–16. DOI: https://doi.org/10.1002/fsn3.75.

37. Nutritional value of amaranth (genus *Amaranthus* L.) grain in diets for broiler chicken / B. Písaříkova, Z. Zralý, S. Kráčmar [et al.] // Czech Journal of Animal Science. – 2005. – Vol. 50. – P. 568–573.

38. Mechanisms of heat damage in proteins. 7. The significance lysine-containing isopeptides and of lanthionine in heated proteins / R. F. Hurrell, K. J. Carpenter, W. J. Sinclair [et al.] // British Journal of Nutrition. – 1976. – Vol. 35, № 3. – P. 383–395. DOI: https://doi.org/10.1079/BJN19760044.

39. A multienzyme technique for estimating protein digestibility / H. W. Hsu, D. L. Vavak, L. D. Satterlee [et al.] // Journal of Food Science. – 1977. – Vol. 42, № 5. – P. 1269–1273. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1977.tb14476.x.

40. Nutritional assessment of two vegetable protein concentrates in growing rats / T. Nestares, M. Lopez-Jurado, A. Sanz [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1993. – Vol. 41, № 8. – P. 1282–1286. DOI: https://doi.org/10.1021/jf00032a022.

41. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease / P. Bergamo, F. Maurano, G. Mazzarella [et al.] // Molecular Nutrition and Food Research. – 2011. – Vol. 55, № 8. – P. 1266–1270. DOI: https://doi.org/10.1002/mnfr.201100132.

42. Venskutonis, P. R. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A review on composition, properties, and uses / P. R. Venskutonis, P. Kraujalis // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2013. – Vol. 12, № 4. – P. 381–412. DOI: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12021.

43. Lindeboom, N. Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: A review / N. Lindeboom, P. R. Chang, R. T. Tyler // Starch/Staerke. – 2004. – Vol. 56, № 3–4. – P. 89–99. DOI: https://doi.org/10.1002/star.200300218.

44. Composition and protein nutritional quality of quinoa / G. S. Ranhotra, J. A. Gelroth, B. K. Glaser [et al.] // Cereal Chemistry. – 1993. – Vol. 70. – P. 303–305.

45. Grain amaranth as an alternative and perspective crop in temperate climate / S. G. Mlakar, M. Turinek, M. Jakop [et al.] // Journal for Geography. – 2010. – Vol. 5, № 1. – P. 135–145.

46. Смирнов, С. О. Научно – практические основы комплексной переработки зерна амаранта / С. О. Смирнов, С. А. Урубков, А. С. Дронов // Хранение и переработка зерна. – 2015. – Т. 191, № 2. – С. 39–43.

47. Grain-based products for baby food / S. A. Urubkov, S. S. Khovanskaya, N. V. Dremina [et al.] // Вопросы детской диетологии. – 2018. – Т. 16, № 4. – С. 67–72. DOI: https://doi.org/10.20953/1727-5784-2018-4-67-72.

References

1. Parfenov AI, Maev IV, Baranov AA, Bakulin IG, Sabel′nikova EA, Krums LM, et al. The Russian consensus on diagnosis and treatment of coeliac disease in children and adults. Almanac of Clinical Medicine. 2016;44(6):661–668. (In Russ.)

2. Koz′mina NP. Biokhimiya zerna i produktov ego pererabotki [Biochemistry of grain and its products]. Moscow: Kolos; 1976. 374 p. (In Russ.).

3. Bel′mera SV, Khavkina AI. Detyam s tseliakiey. Gastroehnterologiya detskogo vozrasta [For children with celiac disease. Gastroenterology of children]. Moscow: Medpraktika-M; 2003. 360 p. (In Russ.).

4. Rubio-Tapia A, Ludvigsson JF, Brantner TL, Murray JA, Everhart JE. The prevalence of celiac disease in the United States. American Journal of Gastroenterology. 2012;107(10):1538–1544. DOI: https://doi.org/10.1038/ajg.2012.219.

5. Rubio-Tapia A, Kyle RA, Kaplan EL, Johnson DR, Page W, Erdtmann F, et al. Increased prevalence and mortality in undiagnosed celiac d isease. Gastroenterology. 2009;137(1):88–93. DOI: https://doi.org/10.1053/j.gastro.2009.03.059.

6. Tutel′yana VYa, Konya IYa, Kaganova BS. Pitanie zdorovogo i bol′nogo rebenka: Posobie dlya vrachey [Nutrition of a healthy and sick child: Manual for doctors]. Moscow: Dynastia; 2010. 316 p. (In Russ.).

7. Bavykina IA, Zvyagin AA, Miroshnichenko LA, Gusev KYu, Zharkova IM. Efficient products from amaranth in a gluten-free nutrition of children with gluten intolerance. Problems of Nutrition. 2017;86(2):91–99. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00038.

8. Wild D, Robins GG, Burley VJ, Howdle PD. Evidence of high sugar intake, and low fibre and mineral intake, in the gluten-free diet. Alimentary Pharmacology and Therapeutics. 2010;32(4):573–581. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2036.2010.04386.x.

9. Babio N, Alcázar M, Castillejo G, Recasens M, Martínez-Cerezo F, Gutiérrez-Pensado V, et al. Patients with celiac disease reported higher consumption of added sugar and total fat than healthy individuals. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2017;64(1):63–69. DOI: https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001251.

10. Öhlund K, Olsson C, Hernell O, Öhlund I. Dietary shortcomings in children on a gluten-free diet. Journal of Human Nutrition and Dietetics. 2010;23(3):294–300. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2010.01060.x.

11. Ferrara P, Cicala M, Tiberi E, Spadaccio C, Marcella L, Gatto A, et al. High fat consumption in children with celiac disease. Acta Gastro-Enterologica Belgica. 2009;72(3):296–300.

12. Shepherd SJ, Gibson PR. Nutritional inadequacies of the gluten-free diet in both recently-diagnosed and long-term patients with coeliac disease. Journal of Human Nutrition and Dietetics. 2013;26(4):349–358. DOI: https://doi.org/10.1111/jhn.12018.

13. Hallert C, Grant C, Grehn S, Grännö C, Hultén S, Midhagen G, et al. Evidence of poor vitamin status in coeliac patients on a gluten-free diet for 10 years. Alimentary Pharmacology and Therapeutics. 2002;16(7):1333–1339. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1365-2036.2002.01283.x.

14. Thompson T, Dennis M, Higgins LA, Lee AR, Sharrett MK. Gluten-free diet survey: Are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods? Journal of Human Nutrition and Dietetics. 2005;18(3):163–169. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2005.00607.x.

15. Bel′mer SV. Ehpidemiologiya tseliakii: fakty i vyvody [Epidemiology of celiac disease: facts and conclusions]. Lechaschi Vrach. 2013;(1):16–19. (In Russ.).

16. Ciccocioppo R, Kruzliak P, Cangemi GC, Pohanka M, Betti E, Lauret E, et al. The Spectrum of Differences between Childhood and Adulthood Celiac Disease. Nutrients. 2015;7(10):8733–8751. DOI: https://doi.org/10.3390/nu7105426.

17. Zhuravskaya NV, Petrova AI, Turkina NV. Tseliakiya u detey [Celiac disease in children]. Meditsinskaya sestra. 2005;(6):4–6. (In Russ.).

18. Aziz I, Lewis NR, Hadjivassiliou M, Winfield SN, Rugg N, Kelsall A, et al. A UK study assessing the population prevalence of self-reported gluten sensitivity and referral characteristics to secondary care. European Journal of Gastroenterology and Hepatology. 2014;26(1):33–39. DOI: https://doi.org/10.1097/01.meg.0000435546.87251.f7.

19. Pulido O, Gillespie Z, Zarkadas M, Dubois S, Vavasour E, Rashid M, et al. Introduction of oats in the diet of individuals with coeliac disease: A systematic review. Advances in Food and Nutrition Research. 2009;57:235–285. DOI: https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)57006-4.

20. Bergamo P, Maurano F, Mazzarella G, Iaquinto G, Vocca I, Rivelli AR, et al. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease. Molecular Nutrition and Food Research. 2011;55(8):1266–1270. DOI: https://doi.org/10.1002/mnfr.201100132.

21. Vysochina GI. Amaranth (*Amaranthus* L.): chemical composition and prospects of using (review). Khimija Rastitel'nogo Syr'ja. 2013;(2):5–14. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.14258/jcprm.1302005.

22. Kononkov PF, Gins VK, Gins MS. Amarant – perspektivnaya kul′tura XXI veka [Amaranth as a prospective culture of the XXI century]. Moscow: Peoples' Friendship University of Russia; 1999. 296 p. (In Russ.).

23. Joshi BD, Rana RS. Grain amaranthus: The future food crop. 1999. 152 p.

24. Parada Dorota. Primenenie amaranta i produktov ego pererabotki v tekhnologii khlebopekarnogo proizvodstva [The use of amaranth and its products in the technology of bakery production]. Cand. eng. sci. diss. Moscow: Moscow State University of Food Production; 1991. 203 p.

25. Piskovets VV. Razrabotka tekhnologii muchnykh konditerskikh izdeliy s primeneniem amarantovoy muki [Development of flour confectionery technology with amaranth flour]. Cand. eng. sci. diss. Moscow, 1994. 193 p.

26. Shmal′ko NA, Kiseleva NV, Roslyakov YuF, Romashko NL. Ispol′zovanie amarantovoy muki v sostave kompleksnykh khlebopekarnykh uluchshiteley // Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya pishchevoy promyshlennosti i obshchestvennogo pitaniya / Yuzh.-Ural. Gos. un-t. – Chelyabinsk, 2010. – T. 1. – S. 150–152. Shifr 10-6651 [The use of amaranth flour in the composition of complex baking improvers // Current State and Prospects for the Development of the Food and Catering Industry / South-Ural State University off Chelyabinsk, 2010. – Vol. 1. – P. 150–152. Code 10-6651]. Food and processing industry. Abstract journal. 2012;(1):68. (In Russ.).

27. Puchkova LI, Mel′nikov EM, Tokareva SP. Otsenka kachestva i khlebopekarnykh svoystv muki iz semyan amaranta raznogo vida [Quality assessment and baking properties of flour from amaranth seeds of various types]. Moscow: Moscow University of Food Production; 1993. 9 p. (In Russ.).

28. Egorova EYu, Reznichenko IYu. Development of food concentrate – semi-finished product with amaranth flour for gluten-free cupcakes. Food Processing: Techniques and Technology. 2018;48(2):36–45. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-36-45.

29. Reznichenko IYu, Egorova EYu. Reasons for the use of amaranth and sesame flour for the development of flour products for specialized purposes. Nauchnye trudy Severo-kavkazskogo federal′nogo nauchnogo tsentra sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya [Proceedings of the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, and Winemaking]. 2018;20:164–171. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30679/2587-9847-2018-20-164-171.

30. Alonso-Miravalles L, O'Mahony JA. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients. Foods. 2018;7(5). DOI: https://doi.org/10.3390/foods7050073.

31. Nascimento AC, Mota C, Coelho I, Gueifao S, Mariana S, Matos AS, et al. Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays L.*) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements. Food Chemistry. 2014;148:420–426. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.155.

32. Repo-Carrasco R, Pena J, Kallio H, Salminen S. Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Journal of Cereal Science. 2009;49(2):219–224. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.10.003.

33. Mota C, Santos M, Mauro R, Samman N, Matos AS, Torres D, et al. Protein content and amino acids profile of pseudocereals. Food Chemistry. 2016;193:55–61. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.043.

34. Navruz-Varli S, Sanlier N. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Journal of Cereal Science. 2016;69:371–376. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.004.

35. Correa AD, Jokl L, Carlsson R. Chemical constituents, in vitro protein digestibility, and presence of antinutritional substances in amaranth grains. Archivos Latinoamericanos de Nutricion. 1986;36(2):319–326.

36. Muyonga JH, Andabati B, Ssepuuya G. Effect of heat processing on selected grain amaranth physicochemical properties. Food Science & Nutrition. 2013;2(1):9–16. DOI: https://doi.org/10.1002/fsn3.75.

37. Písaříkova B, Zralý Z, Kráčmar S, Trčková M, Herzig I. Nutritional value of amaranth (genus *Amaranthus L.*) grain in diets for broiler chicken. Czech Journal of Animal Science. 2005;50:568–573.

38. Hurrell RF, Carpenter KJ, Sinclair WJ, Otterburn MS, Asquith RS. Mechanisms of heat damage in proteins. 7. The significance lysine-containing isopeptides and of lanthionine in heated proteins. British Journal of Nutrition. 1976;35(3):383–395. DOI: https://doi.org/10.1079/BJN19760044.

39. Hsu HW, Vavak DL, Satterlee LD, Miller GA. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. Journal of Food Science. 1977;42(5):1269–1273. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1977.tb14476.x.

40. Nestares T, Lopez-Jurado M, Sanz A, Lopez-Frias M. Nutritional assessment of two vegetable protein concentrates in growing rats. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1993;41(8):1282–1286. DOI: https://doi.org/10.1021/jf00032a022.

41. Bergamo P, Maurano F, Mazzarella G, Iaquinto G, Vocca I, Rivelli AR, et al. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease. Molecular Nutrition and Food Research. 2011;55(8):1266–1270. DOI: https://doi.org/10.1002/mnfr.201100132.

42. Venskutonis PR, Kraujalis P. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A review on composition, properties, and uses. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2013;12(4):381–412. DOI: https://doi.org/10.1111/1541-4337.12021.

43. Lindeboom N, Chang PR, Tyler RT. Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: A review. Starch/Staerke. 2004;56(3–4):89–99. DOI: https://doi.org/10.1002/star.200300218.

44. Ranhotra GS, Gelroth JA, Glaser BK, Lorenz KJ, Johnson DL. Composition and protein nutritional quality of quinoa. Cereal Chemistry. 1993;70:303–305.

45. Mlakar SG, Turinek M, Jakop M, Bavec M, Bavec F. Grain amaranth as an alternative and perspective crop in temperate climate. Journal for Geography. 2010;5(1):135–145.

46. Smirnov SO, Urubkov SA, Dronov AS. Nauchno – prakticheskie osnovy kompleksnoy pererabotki zerna amaranta [Scientific and practical foundations for complex processing of amaranth grain]. Grain storage and processing. 2015;191(2):39–43. (In Russ.).

47. Urubkov SA, Khovanskaya SS, Dremina NV, Smirnov SO. Grain-based products for baby food. Clinical Practice in Pediatrics. 2018;16(4):67–72. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.20953/1727-5784-2018-4-67-72.

Сведения об авторах

Урубков Сергей Александрович

канд. техн. наук, старший научный сотрудник отдела детского и диетического питания, «НИИ ПП и СПТ» – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», 142718, Россия, Московская область, Ленинский район, пос. Измайлово, 22, тел.: +7(495) 383-58-74, e-mail: glen.vniiz@gmail.com

https://orcid.org/0000-0002-2292-8649

Хованская Светлана Сергеевна

канд. техн. наук, заведующая отделом детского и диетического питания, «НИИ ПП и СПТ» – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», 142718, Россия, Московская область, Ленинский район, пос. Измайлово, 22, тел.: +7(495) 383-58-74, e-mail: khosveserg@yandex.ru

Смирнов Станислав Олегович

канд. техн. наук, заместитель директора по научной работе, «НИИ ПП и СПТ» – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», 142718, Россия, Московская область, Ленинский район, пос. Измайлово, 22, тел.: + 7 (495) 383-58-74, e-mail: sts_76@bk.ru

Information about the authors

Sergey A. Urubkov

Cand.Sci.(Eng.), Senior research of the Department of children's and dietary nutrition, 'NII PP I SPT' – branch of FGBUN 'FRC of Nutrition and Biotechnology', 22, Izmailovo settlement, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia, phone: + 7 (495) 383-58-74, e-mail: glen.vniiz@gmail.com

https://orcid.org/0000-0002-2292-8649

Svetlana S. Khovanskaya

Cand.Sci.(Eng.), Head of the Department of children's and dietary nutrition, 'NII PP I SPT' – branch of FGBUN 'FRC of Nutrition and Biotechnology', 22, Izmailovo settlement, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia, phone: + 7 (495) 383-58-74, e-mail: khosveserg@yandex.ru

Stanislav O. Smirnov

Cand.Sci.(Eng.), Deputy Director for Scientific Work, 'NII PP I SPT' – branch of FGBUN 'FRC of Nutrition and Biotechnology', 22, Izmailovo settlement, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia, phone: + 7 (495) 383-58-74, e-mail: sts_76@bk.ru